

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-310976

(43)公開日 平成 6年(1994)11月 4 日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 3 H 9/24

Z 7719-5 J

C 0 1 B 31/02

1 0 1 Z

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 3 頁)

(21)出願番号 特願平5-92902

(22)出願日 平成 5年(1993) 4月20日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72)発明者 落合 幸徳

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

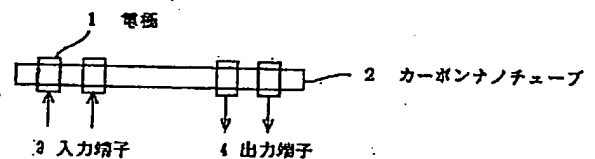
(74)代理人 弁理士 岩佐 義幸

(54)【発明の名称】 機械振動子

(57)【要約】

【目的】 カーボンナノチューブを用いた極微小な機械振動子を構成し、さらにそれを用い極微小で超高周波にも対応でき、高選択度、高安定度、高い周波数精度、高い熱的機械的安定度を有する各種の周波数選択性素子や発振素子を提供する。

【構成】 数個から数十原子により構成された極微小物質に、電界、磁界その他の刺激を与え、それらの外角からの刺激に対する選択的な機械的応答を用いる素子である。極微小物質として、カーボン原子より構成されたカーボンナノチューブ 2 を用いることができる。信号の入力端子 3 ならびに出力端子 4 を極微小物質に設け電気的な信号を入出力とする。それらを基本単位として直列または並列に組み合わせ任意の周波数特性をもった周波数選択素子を形成できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】極微小結晶性構造物を基本要素とする機械振動子。

【請求項2】基本要素となる極微小結晶性構造物を複数個直列または並列、またはこれらの組み合わせに接続したことを特徴とする機械振動子。

【請求項3】前記極微小結晶性構造物は、カーボンナノチューブであることを特徴とする請求項1または2記載の機械振動子。

【請求項4】前記極微小結晶性構造物は、フラーレンであることを特徴とする請求項1または2記載の機械振動子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、微小な機械振動子、特に高安定、高耐久性、高選択性を備えた低周波フィルター、高周波フィルター、帯域フィルター、発振子を実現することのできる機械振動子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】通常の電氣的発振子やフィルターは、インダクタンスとキャパシタンスの組み合わせで構成されている。さらに高い選択度を備えた共振回路やフィルターを構成するには、水晶などの機械的に安定で圧電効果を有する結晶が用いられている。これら結晶は目的とする周波数に应答させるために機械的に研磨加工して、厚み、形状、大きさを制御している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】水晶などの均一な結晶を用いて高い周波数に対応させるためには、機械的にさらに小さく加工しなければならない。そのため、振動周波数やフィルター構成時の特性が加工精度に大きく依存するようになり高性能の発振子やフィルターを作製する上で問題となる。

【0004】本発明の目的は、このような問題を解決した機械振動子を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】大きさが微細で原子の結合様式が閉じた系をなす材料、例えばカーボンナノチューブやC₆₀（フラーレン）を機械振動子の構成要素とする。カーボンナノチューブは、グラファイト状炭素原子面を丸めた円筒が1個、または数個入れ子状に配列した繊維状構造を有し、その直径がナノメートルオーダーのサイズの極めて微小な物質である。これまで、直径がミクロンサイズ以上の炭素繊維は古くから知られていたが、直径がナノメートル領域のチューブは1991年の報告〔ネイチャー誌（Nature）1991年、354巻、pp. 56-58〕によりはじめて明らかにされ、世界中から1次元導電線、触媒、および超強化構造体材料として大きな注目を集めている。

【0006】また、フラーレンは炭素からなるサッカー

ボール状（籠状）のクラスタ分子であり、C₆₀以外にC₇₀も存在する。

【0007】このような材料は基本構成要素である材料の均一性が高いので、機械的寸法に対する振動周波数の再現性が良く、またスプリアスなどの高調波や低調波の発生が少なく高品質な機械的振動子を得ることができる。このような微小な材料を用いると超高周波に対応すると共に、機械的にも堅牢で微小な機械振動子を作製できる。これを用いて、発振子、各種フィルターを構成することができる。それらの特性は機械振動子の特性を反映し、選択度、周波数精度、周波数安定度が良く、機械的、熱的にも安定なものが実現できる。

【0008】

【作用】本発明においては、機械振動子として、例えばカーボンナノチューブやフラーレンを用いる。これらの振動子に電極を取り付け、入出力端子を構成する。入力電氣信号に应答して選択された信号を圧電効果により出力として取り出したり、発振子の発振子として利用することができる。

【0009】カーボンナノチューブを用いた場合、この材料は基本的に五員環で構成された面が閉じて結合した形をしている。その結合の仕方は捻れの程度によって種類がある。このような周期的な構造のため、ある特定の直径のナノチューブのみを選択し利用することにより素子特性の向上ができる。

【0010】C₆₀などに代表されるフラーレンは構成原子数が少ない場合は構造がひとつに定まる。より原子数の大きなフラーレンの場合は異性体が存在するので、分離して用いることにより、周波数精度や周波数の単一性のよい振動子を構成することができる。また原子数の多いフラーレンは共振点を複数もっているが、このようなフラーレンを用いることにより簡単に帯域フィルターや複数共振フィルターを形成することができ、このようにこれらの発振子を組み合わせることにより各種のフィルターを構成することができる。

【0011】

【実施例】図1は、本発明の一実施例である。カーボンナノチューブ2に電氣的信号を印加するために電極1を設ける。通常は入力用と出力用に二組の電極（4つの電極）を設け、入力端子3および出力端子4を構成する。入力端子3から周波数選択前の信号を入れる。入力端子から入力された信号は圧電効果によりカーボンナノチューブ2に機械的振動を誘起する。カーボンナノチューブの固有振動周波数に対応した周波数成分のみが出力端子4の電極に電圧として誘起され、周波数選択素子として機能する。入力ないし出力電極それぞれの2つの端子の間隔は固有振動周波数を考慮して効率の良い間隔を選ぶ。同様に入力と出力電極間隔も信号の伝達効率を良くしたり、選択特性を所望の形状にするために最適な距離を選ぶ。

【0012】以上の実施例では、電極の数は4つとしたが、電極を一部共用して、3つの電極とすることもできる。

【0013】図2はフラーレンを用いた場合で同様に入力出力端子を設け、入力端子3および出力端子を接続し、周波数選択素子とする。電極間隔などもカーボンナノチューブを用いた場合と同様に選ぶ。

【0014】図3は図1と図2で示したような基本構成素子を直列に接続したもの、図4は並列に接続した場合である。このように直列、並列またはそれを組み合わせることにより、例えば帯域フィルターの帯域幅や帯域内リップル特性、カット周波数での急峻特性などの周波数特性を所望の形状にすることができる。

【0015】

【発明の効果】本発明によれば、微小な機械振動子として、カーボン原子がチューブ状もしくは籠状となった物質を用いるが、これらの物質は安定な原子構造を持つため機械的応答（振動）選択性が高く、種々の大きさの構造（直径や長さ）を作製できるので、選択される振動数も種々のものに適合させることができる。このような原子レベルで制御された物質を用いることで従来困難であった振動数の微妙な制御ができ、また微小な構造であるため従来の機械振動素子では困難であった高い周波数に

対しても応答する振動子を作製することができる。これらの振動子を構成要素として多段に組み合わせることにより、選択性の良い（Qの高い）低域フィルター、高域フィルター、バンドパスフィルター、など種々のフィルターや発振素子を構成することができる。すなわち、本発明の機械共振子は極微小で、超高周波に対応し、周波数精度、共振特性、選択特性、機械的安定性、熱的安定性に優れた発振子やフィルターを形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す説明図である。

【図2】本発明の一実施例を示す説明図である。

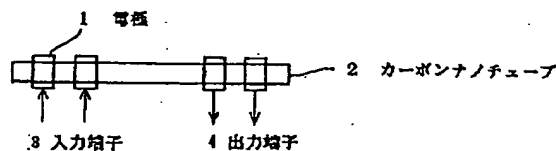
【図3】本発明の一実施例を示す説明図で、基本構成素子を直列に接続したものである。

【図4】本発明の一実施例を示す説明図で、基本構成素子を並列に接続したものである。

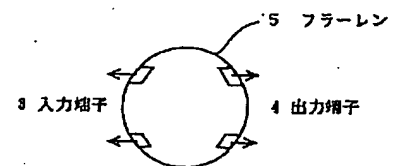
【符号の説明】

- 1 電極
- 2 カーボンナノチューブ
- 3 入力端子
- 4 出力端子
- 5 フラーレン

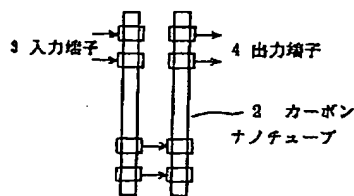
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

